

# **CHAPITRE I**

## **DRAINAGE ET EGOUTTAGE**

## TABLE DES MATIERES

	Pages
<b>I. 1. DRAINAGE .....</b>	<b>1</b>
I. 1.1. DESCRIPTION .....	1
I. 1.2. CLAUSES TECHNIQUES .....	1
I. 1.3. SPECIFICATIONS.....	3
I. 1.4. VERIFICATIONS .....	3
I. 1.5. PAIEMENT .....	3
<b>I. 2. CANALISATIONS EN TUYAUX .....</b>	<b>4</b>
I. 2.1. DESCRIPTION .....	4
I. 2.2. CLAUSES TECHNIQUES .....	4
I. 2.3. PAIEMENT .....	7
<b>I. 3. RACCORDEMENTS .....</b>	<b>7</b>
I. 3.1. DESCRIPTION .....	7
I. 3.2. CLAUSES TECHNIQUES .....	7
I. 3.3. SPECIFICATION .....	10
I. 3.4. PAIEMENT .....	10
<b>I. 4. MISE EN OEUVRE DE TUYAUX SANS TRANCHEES.....</b>	<b>10</b>
I. 4.1. DEFINITIONS.....	10
I. 4.2. FONÇAGE.....	10
I. 4.3. FORAGE DIRIGE.....	14
<b>I. 5. CHAMBRES DE VISITE .....</b>	<b>16</b>
<b>I. 6. AVALOIRS .....</b>	<b>16</b>
I. 6.1. DESCRIPTION .....	16
I. 6.2. CLAUSES TECHNIQUES .....	16
I. 6.3. SPECIFICATIONS.....	16
I. 6.4. VERIFICATIONS .....	17
I. 6.5. PAIEMENT .....	17
<b>I. 7. CANIVEAUX .....</b>	<b>17</b>
I. 7.1. DESCRIPTION .....	17
I. 7.2. CLAUSES TECHNIQUES .....	17
I. 7.3. SPECIFICATIONS.....	17
I. 7.4. VERIFICATIONS .....	17
I. 7.5. PAIEMENT .....	17

<b>I. 8. RENOVATION DE CANALISATIONS.....</b>	<b>18</b>
I. 8.1. DEFINITION .....	18
I. 8.2. INSPECTION.....	18
I. 8.3. CURAGE .....	19
I. 8.4. CHEMISAGE CONTINU POLYMERISE EN PLACE (RELINING) .....	20
I. 8.5. CHEMISAGE PARTIEL POLYMERISE EN PLACE .....	24
I. 8.6. COQUES ET CUNETTES EN POLYESTER ARME DE FIBRES DE VERRE.....	26
I. 8.7. TUBAGE AVEC ESPACE ANNULAIRE PAR ENROULEMENT HELICOÏDAL EN PVC RIGIDE	28
I. 8.8. TUBAGE AVEC ESPACE ANNULAIRE AU MOYEN DE TUYAUX CONTINUS OU COURTS.	30
I. 8.9. PANNEAUX PREFABRIQUES EN GRES (DALLES CERAMIQUES) .....	31
I. 8.10. RENOVATION DE CANALISATIONS AU MOYEN D'UN BETON DE GUNITAGE .....	34
I. 8.11. RENOVATION DE CANALISATIONS AU MOYEN D'UN MORTIER DE REPARATION .....	36
<b>I. 9. RECONSTITUTION DE VOIRIE .....</b>	<b>38</b>

# I. 1. DRAINAGE

## I. 1.1. DESCRIPTION

Le drainage est réalisé selon l'un des quatre types suivants :

- type 1 : tuyaux perforés ou rainurés, entourés de matériaux filtrants et drainants
- type 2 : tuyaux perforés ou rainurés enrobés de matériaux filtrants
- type 3 : géocomposite drainant
- type 4 : aqueduc drainant.

## I. 1.2. CLAUSES TECHNIQUES

### I. 1.2.1. MATERIAUX

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant :

- sable de drainage : [C. 3.4.1](#)
- pierre naturelle : [C. 4.2](#)
- géotextile: [C. 25](#)
- géocomposite drainant : [C. 26](#)
- anneaux, joints et bagues d'étanchéité : [C. 39](#)
- tuyaux drainants : [C. 40.1](#)
- matériaux filtrants : [C. 40.2](#).

Les pierres sont de calibre 7/20 (mm) pour  $DN \leq 200$  mm et de calibre 20/32 (mm) pour  $DN > 200$  mm<sup>1</sup>.

Le géotextile est non tissé.

La nature et le diamètre des tuyaux drainants sont définis par les documents d'adjudication.

<sup>(1)</sup> DN est le diamètre intérieur du tuyau (diamètre nominal). Dans certains documents, ce diamètre est indiqué par  $d_i$ .

### I. 1.2.2. EXECUTION

Les terrassements s'effectuent conformément au [E. 5.1.2.2.2](#).

#### I. 1.2.2.1. DRAINAGE DE TYPE 1

Les parois de la tranchée sont tapissées d'un géotextile d'une largeur telle que le recouvrement supérieur de l'enveloppe du drain soit d'au moins 20 cm. La continuité entre deux nappes est assurée par simple recouvrement de 40 cm.

Les tuyaux sont posés dans l'axe de la tranchée. Ils sont assemblés par emboîtement ou à l'aide de manchons. Les joints terminaux amont sont pourvus d'un bouchon. Sauf prescriptions contraires des documents d'adjudication, les tuyaux de drainage sont raccordés dans les chambres de visite.

La tranchée est comblée par le matériau drainant qui est ensuite recouvert par le géotextile.

#### I. 1.2.2.2. DRAINAGE DE TYPE 2

Ce drainage est réalisé au moyen d'un engin assurant en une seule passe les déblais, la pose du drain à la profondeur indiquée aux documents d'adjudication, et les remblais.

---

<sup>1</sup> DN est le diamètre nominal intérieur du tuyau. Dans certains documents, ce diamètre est indiqué par  $d_i$

### **I. 1.2.2.3. DRAINAGE DE TYPE 3**

Sauf prescriptions contraires des documents d'adjudication, le côté le plus perméable des géocomposites est orienté vers la structure routière. Les accessoires sont installés conformément aux indications du fabricant et de façon à assurer la continuité et l'étanchéité des filtres et membranes imperméables.

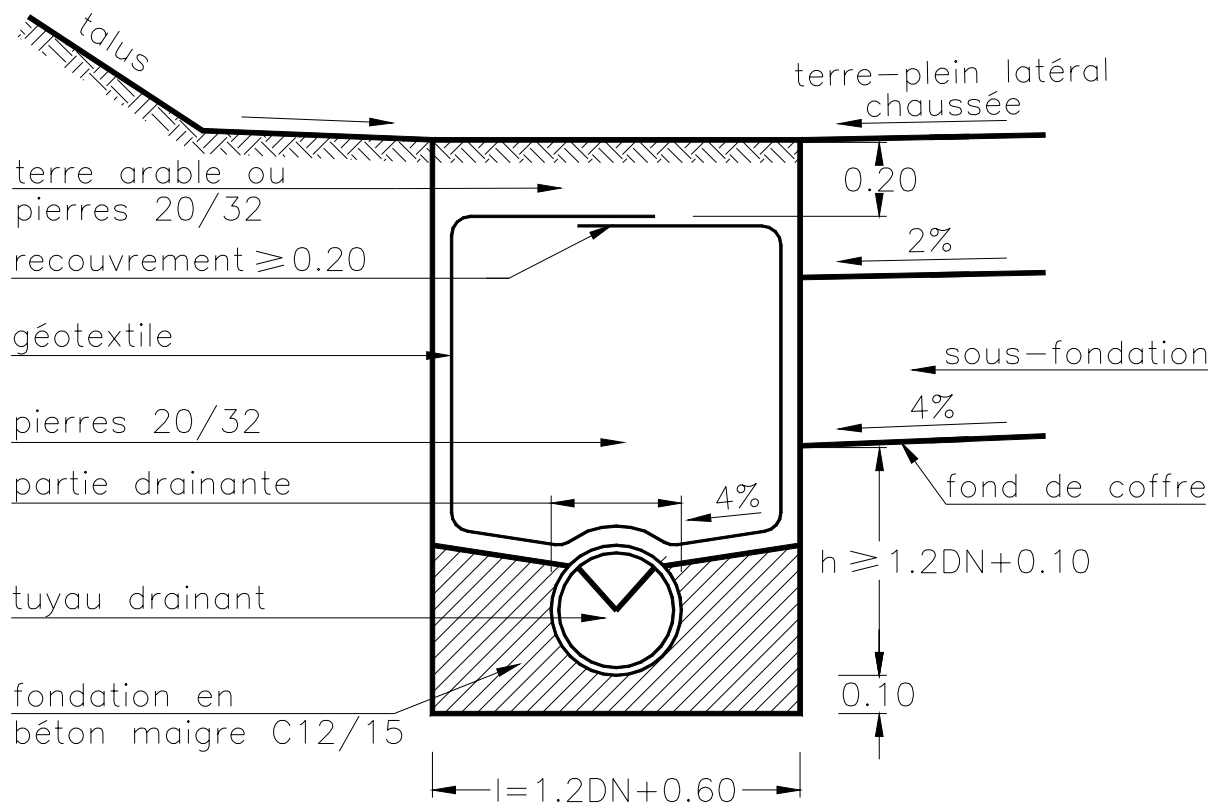
Les géocomposites installés dans une tranchée avec surlargeur sont maintenus en position verticale contre la paroi côté route par des supports ou par un dispositif spécial de l'engin, en cas d'installation mécanique ou semi-mécanique. Sauf prescriptions contraires des documents d'adjudication, les remblais sont réalisés avec les matériaux de déblais, à l'exclusion de tout élément de calibre supérieur à 40 mm. Le compactage des remblais se fait à la dame mécanique ou à l'aide d'un dispositif spécialement conçu pour ce travail (roue vibrante, ...).

Pour les géocomposites installés dans une tranchée sans surlargeur, le compactage s'effectue de part et d'autre de la tranchée, complété, le cas échéant, par celui des remblais au-dessus du géocomposite.

Les géocomposites utilisés au niveau de et juxtaposés à la sous-fondation ou la fondation, sont posés contre la paroi verticale du coffre et maintenus en place jusqu'au remblayage, par des supports qui ne les endommagent pas. Le compactage des 20 cm de la sous-fondation ou de la fondation longeant directement les géocomposites, se fait à la dame mécanique ou à l'aide d'un dispositif spécialement conçu pour ce travail.

### **I. 1.2.2.4. DRAINAGE DE TYPE 4**

Les prescriptions du [I. 2.2](#), modifiées ou complétées par les dispositions de la [figure I. 1.2.2.4](#) sont d'application, à l'exception de celles relatives aux essais d'étanchéité.



Côtes en m.

DN=diamètre nominal du tuyau(diamètre intérieur)

Fig.I.1.2.2.4. – AQUEDUC – DRAIN

### I. 1.3. SPECIFICATIONS

Pour les remblais des géocomposites installés dans une tranchée avec surlargeur, la pénétration moyenne par tranche de 10 cm répond aux critères du E. 3.3.3.

Les remblais des géocomposites utilisés au niveau de et juxtaposés à la sous-fondation ou la fondation répondent aux prescriptions des F. 3 et F. 4 pour ces couches.

### I. 1.4. VERIFICATIONS

La portance des remblais des tranchées est vérifiée au pénétromètre dynamique. Les profils, niveaux et alignements sont vérifiés en continu.

### I. 1.5. PAIEMENT

Le paiement des drains s'effectue sur base de la longueur exécutée, toutes opérations comprises, selon le type de drainage.

Le paiement des terrassements s'effectue conformément au E. 5.3.1.2.

Le raccordement du drain dans la chambre de visite fait l'objet d'un poste distinct du métré.

## **I. 2. CANALISATIONS EN TUYAUX**

### **I. 2.1. DESCRIPTION**

Canalisations constituées de tuyaux circulaires, ovoïdes et/ou elliptiques assemblés par des joints étanches et habituellement non soumises à pression.

### **I. 2.2. CLAUSES TECHNIQUES**

La mise en œuvre des canalisations d'égouttage et des collecteurs est conforme à la norme NBN EN 1610 et aux prescriptions suivantes, complétant et modifiant certains points de la norme.

La numérotation complémentaire des titres des paragraphes correspond à celle de la norme NBN EN 1610.

#### **I. 2.2. – 5. COMPOSANTS ET MATERIAUX**

##### **I. 2.2. – 5.2. COMPOSANTS**

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant :

- tuyaux étanches non soumis à pression : [C. 38](#)
- anneaux, joints et bagues d'étanchéité : [C. 39](#).

Les documents d'adjudication précisent :

- la nature du matériau
- les diamètres nominaux des tuyaux
- le type des tuyaux
- la classe de résistance (si la norme le prévoit).

##### **I. 2.2. – 5.3. MATERIAUX UTILISES POUR L'ENROBAGE**

Les documents d'adjudication précisent la nature du matériau d'enrobage.

###### **I. 2.2. – 5.3.3.1. Matériaux granulaires**

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant :

- sol pour remblai : [C. 2.2](#) sans éléments pierreux supérieurs à 50 mm.
- sable : [C. 3.4.2](#).

###### **I. 2.2. – 5.3.3.2. Matériaux traités aux liants hydrauliques**

Les lits de pose en empierrement type II A et en sable-ciment sont conformes respectivement au [F. 4.2](#) et au [F. 4.3](#). Ceux en béton maigre sont réalisés en béton C 12/15.

La teneur en ciment est contrôlée à l'installation de malaxage.

Pour les traversées de routes existantes, le lit de pose est réalisé en sable-ciment, sauf prescriptions contraires des documents d'adjudication.

Pour les traversées de routes du réseau I, le lit de pose est réalisé en béton maigre.

## **I. 2.2. – 7. ENROBAGE ET SUPPORTAGE**

### **I. 2.2. – 7.1. GENERALITES**

L'épaisseur minimale du remblai initial est de 200 mm au-dessus de l'extrados de la canalisation.

### **I. 2.2. – 7.2. TYPES D'APPUI**

Les documents d'adjudication précisent le type d'appui et la valeur de b ou de k (voir figures 3, 4 et 5 de la norme EN 1610).

#### **I. 2.2. – 7.2.1. TYPE D'APPUI N° 1**

L'épaisseur minimale du lit de pose est fixée dans les documents d'adjudication.  
A défaut, elle est de 150 mm.

### **I. 2.2. - 8.5. POSE**

#### **I. 2.2. – 8.5.2. TRACE ET PROFIL EN LONG**

Les tuyaux sont placés en ligne droite entre les chambres de visite et respectent les pentes et/ou les niveaux prescrits.

#### **I. 2.2. – 8.5.3. MISE A JOINT**

Chaque tuyau est serré contre le précédent au moyen d'un appareil exerçant une force axiale sur le tuyau, sans qu'aucun contact métallique ne soit exercé directement sur le tuyau.  
Un espace minimal de 5 mm reste libre entre les abouts mâle et femelle.

#### **I. 2.2. – 8.5.4. NICHES POUR EMBOITURES**

Après vérification des emboîtements, les niches sont comblées par le matériau prescrit pour le lit de pose.

## **I. 2.2. – 9. RACCORDEMENTS SUR TUYAUX**

### **I. 2.2. – 9.1. GENERALITES**

Seuls les raccordements par piquage sont autorisés.

### **I. 2.2. – 9.3. RACCORDEMENT PAR PIQUAGE**

Tout raccordement sur une canalisation principale s'effectue au moyen d'une pièce spéciale (tubulure de raccordement) scellée dans une ouverture aménagée lors de la fabrication du tuyau, en usine ou réalisée sur place par forage sans détériorer le tuyau.

Cette tubulure est située à l'extrados de la canalisation principale ou en tout cas, dans le tiers supérieur de ce tuyau. Elle est fixée au tuyau au moyen d'un joint souple étanche adapté au diamètre de la canalisation principale et ne peut faire saillie de plus de 3 cm à l'intérieur de la canalisation. L'axe du tuyau de raccordement coupe l'axe de la canalisation principale et l'angle qu'ils forment, pris dans le sens de l'écoulement, ne dépasse pas 90°. Le type de raccord est soumis à l'approbation du fonctionnaire dirigeant.



## **I. 2.2. – 11. MISE EN PLACE DES REMBLAIS**

### **I. 2.2. – 11.2. MISE EN PLACE DE L'ENROBAGE**

L'enrobage est effectué par couches uniformes d'une épaisseur maximale de 20 cm avant compactage. Celui-ci s'effectue au moyen d'engins manuels ou mécaniques légers ne provoquant ni déplacement latéral, ni dégradation de la canalisation.

### **I. 2.2. – 11.4. ENLEVEMENT DU BLINDAGE**

Les espaces libres après enlèvement des blindages sont comblés au moyen du matériau prescrit pour l'enrobage de la canalisation sans contaminer les matériaux d'enrobage.

## **I. 2.2. – 12. CONTROLE ET/OU ESSAIS DE RECEPTION DES CANALISATIONS**

### **I. 2.2. – 12.1. CONTROLE VISUEL**

#### Contrôle visuel du tracé et du profil en long

Les profils, pentes et alignements sont vérifiés en continu.

Ils sont vérifiés une seconde fois après remblayage des canalisations. Les résultats sont notés dans le journal des travaux. En cas de mesure hors tolérance, l'entrepreneur remédie au manquement constaté suivant une méthode agréée par le fonctionnaire dirigeant.

Les tolérances suivantes sont admises entre chambres de visite:

Pente	DN < 800 mm	DN ≥ 800 mm
$i \leq 1\%$	30 mm	60 mm
$i > 1\%$	40 mm	80 mm

#### Contrôle visuel des ouvrages

Ces vérifications sont effectuées après réalisation des raccordements et de préférence avant la pose du revêtement de la voirie.

L'entrepreneur effectue le curage des canalisations à contrôler.

Le contrôle visuel des canalisations non visitables s'effectue par caméra mobile.

### **I. 2.2. – 12.2. ETANCHEITE**

Le contrôle visuel des ouvrages peut être complété d'essais locaux d'étanchéité des joints chaque fois que l'état d'un joint laisse supposer que l'étanchéité de celui-ci n'est pas assurée.

## **I. 2.2. – 13. METHODES ET PRESCRIPTIONS POUR LES ESSAIS**

### **I. 2.2. – 13.3. ESSAIS A L'EAU**

#### **I. 2.2. – 13.3.4. PRESCRIPTIONS POUR L'ESSAI**

Les documents d'adjudication fixent le nombre d'essais et le fonctionnaire dirigeant désigne les tronçons à contrôler.

L'entrepreneur fournit les systèmes d'étanchéité destinés à isoler le tronçon soumis à essai. Il fournit le matériel de mesure et les moyens de mise sous eau. Le tronçon considéré est rempli d'eau au moins 24 heures avant le début de l'essai de manière à saturer les parois.

En cas de résultat d'essai non conforme, l'entrepreneur procède à la réparation des défauts constatés.

### **I. 2.2. – 13.4. ESSAI A L'AIR**

Les documents d'adjudication fixent la méthodologie de l'essai.

### **I. 2.3. PAIEMENT**

Le paiement des canalisations s'effectue sur base de la longueur exécutée, en fonction du diamètre des tuyaux, de leur nature et du type de pose. Les longueurs sont mesurées jusqu'à la paroi intérieure des chambres de visite et autres ouvrages. L'enrobage est compris dans le prix de pose des canalisations.

Le coût du percement de la canalisation est compris dans le prix de la tubulure de raccordement.

Le curage des canalisations n'est pas une charge d'entreprise si l'égouttage est en fonctionnement.

Les essais d'étanchéité, le contrôle visuel par caméra, ainsi que les essais locaux d'étanchéité des joints ne constituent pas une charge d'entreprise.

En cas d'essais non conformes, l'entrepreneur procède à la réparation des défauts constatés.

## **I. 3. RACCORDEMENTS**

### **I. 3.1. DESCRIPTION**

Raccordements d'avaloirs, de caniveaux, de chambres d'appareils et raccordements particuliers d'immeubles sur la canalisation principale effectués au moyen de canalisations et pièces spéciales, d'un diamètre minimal de 150 mm.

### **I. 3.2. CLAUSES TECHNIQUES**

#### **I. 3.2.1. MATERIAUX**

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant :

- tuyaux étanches non soumis à pression : [C. 38](#)
- anneaux, joints et bagues d'étanchéité : [C. 39](#).

Les documents d'adjudication précisent :

- la nature, la classe de résistance et le diamètre nominal des tuyaux
- la nature du matériau d'enrobage.

#### **I. 3.2.2. EXECUTION**

##### **I. 3.2.2.1. PRESCRIPTIONS COMMUNES**

Les raccordements sont exécutés suivant un tracé rectiligne et une pente minimale de 2 %, sauf si certains obstacles locaux ne le permettent pas. Ils ne présentent ni contre-pente, ni tronçons horizontaux, ni siphons.

Le matériau d'enrobage des canalisations répond aux prescriptions du [I. 2.2 point 5.3](#). Il est damé et calé contre les parois des fouilles. Son épaisseur minimale est de 10 cm.

#### **I. 3.2.2.2. RACCORDEMENTS D'AVALOIRS, DE CANIVEAUX ET DE CHAMBRES D'APPAREILS**

Ces raccordements s'effectuent au moyen de pièces spéciales étanches. Les avaloirs et les caniveaux sont, sauf impossibilité technique, raccordés dans les chambres de visite à hauteur de la génératrice supérieure de la canalisation principale ou, avec accord préalable du fonctionnaire dirigeant, par un tuyau descendant le long de la paroi intérieure de la chambre de visite.

#### **I. 3.2.2.3. RACCORDEMENTS PARTICULIERS D'IMMEUBLES**

L'implantation des raccordements particuliers (pour eaux pluviales et/ou pour eaux usées) est précisée dans les documents d'adjudication. A défaut, celle-ci est fixée sur place par le fonctionnaire dirigeant.

Ces raccordements s'effectuent conformément aux [figures I. 3.2.2.3](#). Sauf accord du fonctionnaire dirigeant, aucun raccordement particulier n'est exécuté à l'intérieur d'une chambre de visite.

Les percements s'effectuent par forage au moyen d'une carotteuse.

Dans la mesure du possible, la distance minimale entre 2 raccordements successifs est de 1 m.

Les raccordements sont exécutés jusqu'aux limites fixées par les documents d'adjudication (limite du domaine public, intérieur des immeubles, ...). Lorsque la profondeur de l'égout le permet, ils sont exécutés avec une pente minimale de 2 %. La hauteur minimale de couverture est de 1 m.

Lorsque le raccordement s'effectue jusqu'à l'intérieur de l'immeuble, le dernier tuyau traverse le mur de cave ou la fondation et s'arrête à une distance minimale de 15 cm à l'intérieur du bâtiment.

Si le raccordement passe sous la fondation du bâtiment, le trou autour du tuyau est obturé par du béton C 25/30 sur la largeur de l'assise du mur. Si le placement des tuyaux est à réaliser en partie par l'intérieur de l'immeuble, l'entrepreneur prévient l'habitant au moins 48 heures avant d'entamer le raccordement.

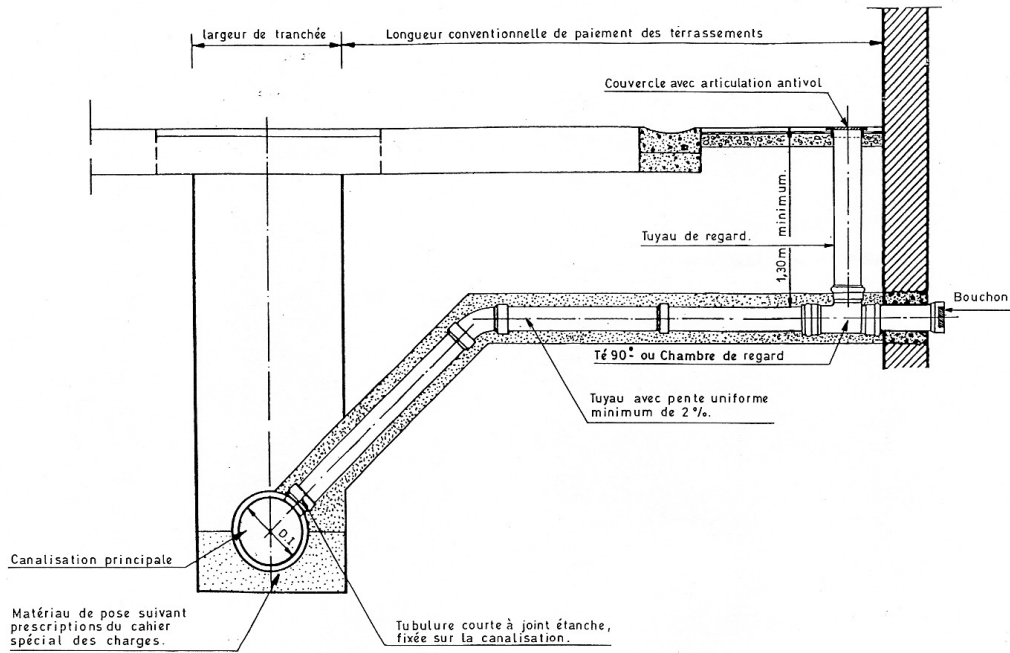
A la limite du domaine public, un tuyau de regard, de section circulaire ou carrée dont le diamètre ou le côté est compris entre 140 mm et 315 mm, est placé sur un té 90° ou une chambre de regard. Sur le tuyau de regard est fixé un dispositif de fermeture dont le couvercle est muni d'une articulation antivol et sur lequel figurent en relief les lettres E.U. pour eaux usées et E.P. pour eaux pluviales. Ce dispositif est de classe de résistance B 125 au minimum.

Les documents d'adjudication précisent la nature et la section du tuyau de regard ainsi que le type d'élément sur lequel il est placé.

Les raccordements existants sont raccordés à l'égout suivant les indications du fonctionnaire dirigeant.

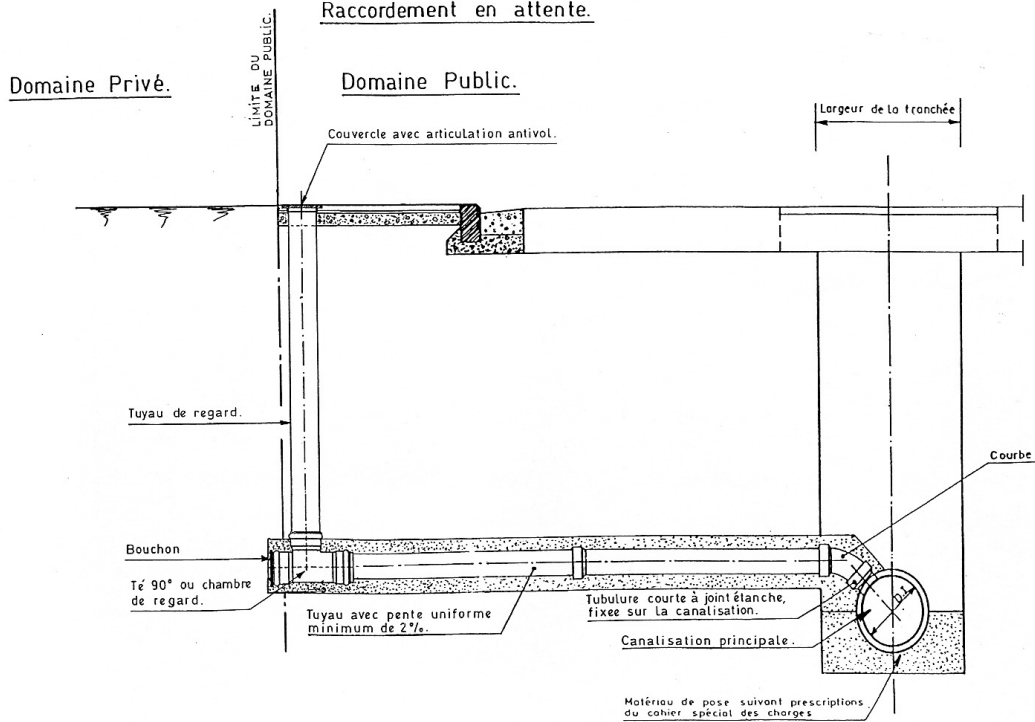
## RACCORDEMENT PARTICULIER A L'EGOUT.

### Raccordement à un immeuble situé à l'alignement.



## RACCORDEMENT PARTICULIER A L'EGOUT.

### Raccordement en attente.



FIGURES I. 3.2.2.3

### **I. 3.3. SPECIFICATION**

La canalisation secondaire constituant le raccordement satisfait aux mêmes prescriptions que la canalisation principale.

### **I. 3.4. PAIEMENT**

Le paiement des canalisations s'effectue sur base de la longueur exécutée, en fonction de la nature et du diamètre des tuyaux. L'enrobage est compris dans le prix des canalisations.

Les courbes sont comptées conventionnellement pour 1 m de canalisation.

Le paiement des tubulures de raccordement, plateaux pleins, pièces spéciales avec tubulures de raccordement pour reprise des eaux de toiture, ainsi que les dispositifs de repérage s'effectue à la pièce, toutes opérations comprises.

Les traversées et réfection de murs ou passages sous la fondation de murs sont payées à la pièce. Ce poste comprend également les fouilles et démolitions nécessaires à l'intérieur du bâtiment ou de l'ouvrage, l'évacuation des déchets, le remblai et les réparations éventuelles.

## **I. 4. MISE EN OEUVRE DE TUYAUX SANS TRANCHEES**

### **I. 4.1. DEFINITIONS**

#### Fonçage

Le fonçage consiste à la mise en œuvre de tuyaux poussés par un dispositif mécanique adéquat avec évacuation des déblais à l'avancement.

On distingue :

- les procédés en bouclier fermé complètement automatisés pilotés au départ d'un poste de commande externe et permettant le contrôle des paramètres (effort de poussée, tolérances, ...) appelés « tunnelling » ou « micro-tunnelling »
- les procédés en bouclier ouvert semi-automatiques avec opérateur en front de taille
- les forages « à la tarière »

#### Forage dirigé

Le forage dirigé consiste à la mise en œuvre d'une canalisation, assemblée en surface, par traction dans un tunnel préalablement exécuté par forage hydraulique.

### **I. 4.2. FONÇAGE**

Les documents d'adjudication précisent la technique d'exécution et le diamètre minimum. A défaut, le choix de la technique de fonçage est laissé à l'entrepreneur.

### **I. 4.2.1. DESCRIPTION**

Le fonçage comporte :

- les terrassements pour l'exécution des puits de travail et de récupération jusqu'à la profondeur nécessaire, y compris les blindages nécessaires, le maintien à sec du fond de la fouille, le stockage et/ou le chargement des déblais, y compris les matériaux d'apport si nécessaire
- l'installation des dispositifs d'appuis et de poussée, les stations intermédiaires éventuelles et le démontage de ces dispositifs après achèvement des travaux
- la fourniture, la mise en œuvre des tuyaux, la confection des joints et l'évacuation des matériaux excavés
- l'injection éventuelle d'un produit lubrifiant pour réduire la friction entre les tuyaux et le terrain
- la démolition des constructions en avant du front de travail et l'excavation des matériaux restants
- la remise en état du site à l'issue des travaux
- toutes sujétions nécessaires à la bonne exécution.

L'évacuation des matériaux excédentaires se fait conformément au [D. 2](#) et fait l'objet de postes de la série D9000.

Les documents d'adjudication fournissent les essais géotechniques et précisent si le fonçage est exécuté dans la nappe aquifère.

### **I. 4.2.2. CLAUSES TECHNIQUES**

#### **I. 4.2.2.1. MATERIAUX**

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant :

- tuyaux en acier : [C. 38.1.6](#)
- tuyaux en béton non soumis à pression interne: [C. 38.1.2](#)
- tuyaux en béton soumis à pression interne: [C. 38.2.2](#)
- tuyaux en grès : [C. 38.1.3](#)
- tuyaux en matériaux synthétiques: [C. 38.1.4](#)
- joints (à fournir obligatoirement par le fournisseur des tuyaux) : [C. 39](#).

Les tuyaux sont sans collet et peuvent être pourvus de trous destinés à l'injection de produit lubrifiant. Pour les fonçages en courbe, des tuyaux avec faces d'extrémité obliques sont admis.

Les documents d'adjudication précisent la nature des tuyaux, la classe de résistance, le type de joint, les dimensions et la forme de la section d'écoulement.

#### **I. 4.2.2.2. EXECUTION**

En fonction de l'étude géotechnique et des zones d'emprises réservées pour les puits, l'entrepreneur joint à son offre une description complète de ses moyens d'exécution y compris :

- l'emplacement et les dimensions des puits de travail et de récupération
- la poussée admissible sur les tuyaux
- les vérins hydrauliques pour la station principale, les stations intermédiaires et le guidage
- le procédé d'injection entre le terrain et la canalisation
- la façon de connecter les conduits et chambres de visite sur les tuyaux foncés
- les détails d'exécution des joints
- la description de l'injection du produit lubrifiant
- la classe de résistance des tuyaux.

Dans le cas d'un fonçage sous air comprimé, l'entrepreneur décrit en plus :

- le nombre et le type de compresseurs
- l'installation de filtres à air
- le système de réglage pour le maintien de la pression
- le sas (au moins 2 portes).

Si les moyens d'exécution choisis par l'entrepreneur nécessitent une section plus grande que celle définie aux documents d'adjudication, une autre classe de résistance, un autre matériau et/ou un autre type de joint, ces modifications sont soumises à l'accord du fonctionnaire dirigeant, et réalisées sans supplément de prix.

La trousse coupante est conçue de manière à empêcher tout éboulement ou venue d'eau. Elle est réglable à l'aide d'un système de guidage.

L'entrepreneur utilise une méthode de fonçage qui permette de maîtriser les tassements absolus.

Tous les dommages provoqués aux constructions souterraines et de surface (y compris le revêtement routier) par suite de fonçage sont réparés par et aux frais de l'entrepreneur et par ses soins.

Les joints sont tels qu'ils résistent aux différentes sollicitations d'exécution et d'exploitation.

En cas de nécessité, les tuyaux sont pourvus d'ouvertures pour l'injection afin de lubrifier l'espace compris entre le sol et la paroi extérieure des tuyaux à l'aide d'une vase tixotropique ou équivalent, afin de réduire le frottement entre le tuyau et le sol et de limiter la force du fonçage.

Après le fonçage, il convient de procéder à la stabilisation de la boue tixotropique ou équivalente par l'injection de mortier et au remplissage des cavités restantes.

A la fin du fonçage, les trous d'injection sont obturés par un matériau à soumettre à l'approbation du fonctionnaire dirigeant de manière à assurer l'étanchéité de l'ensemble.

Dans le cas d'un fonçage sous air comprimé, l'entrepreneur assure l'étanchéité à l'endroit où le tuyau de fonçage pénètre dans le blindage. Il amorce le fonçage sous air comprimé et conçoit le puits de travail en conséquence. En cas de risque d'éboulement ou de venue d'eau, la surpression est maintenue de façon continue. Des compresseurs de réserve ainsi qu'un groupe électrogène sont disponibles sur le chantier. Le réglage de la pression se fait en dehors de la chambre de travail.

L'évacuation des matériaux non réutilisés se fait conformément au [D. 2.1.1.1](#).

### **I. 4.2.3. SPECIFICATIONS**

Sauf stipulation contraire des documents d'adjudication, les tolérances suivantes sont d'application.

#### Tolérances verticales par rapport au tracé

Il est fait une distinction entre les ouvrages :

- dont le profil en long est d'importance primordiale pour le bon fonctionnement de l'ouvrage (égouttage) ou pour le maintien d'un gabarit sur toute la longueur de l'ouvrage (tunnel de conduite). Dans ce cas :
  - les tolérances sont admises jusqu'à une valeur limite de 5 % du diamètre intérieur
  - une réfaction de prix est appliquée pour chacune des longueurs où l'écart par rapport à l'axe théorique du fonçage est supérieur à 5% du diamètre intérieur du tuyau. De plus, pour les conduites gravitaires, toutes les contre-pentes sont éliminées avec un béton de remplissage à résistance égale contre les agressions chimiques et mécaniques. Après durcissement du béton de remplissage, les extrémités sont parachevées avec un béton à base de ciment HSR.
  - les ouvrages dont la fonction technique et hydraulique n'est plus garantie sont refusés. Ils sont remis en conformité par et aux frais de l'entrepreneur.
- dont le profil en long n'est pas d'importance primordiale pour l'ouvrage. Dans ce cas,
  - les tolérances sont admises jusqu'à une valeur limite de 30 % du diamètre intérieur
  - une réfaction de prix est appliquée pour chacune des longueurs où l'écart par rapport à l'axe théorique du fonçage est supérieur à 30% du diamètre intérieur du tuyau
  - les ouvrages dont la fonction technique n'est plus garantie sont refusés. Ils sont remis en conformité par et aux frais de l'entrepreneur.

## Tolérances horizontales par rapport au tracé

Il est fait distinction entre les ouvrages :

- dont les points d'arrivée et de départ sont d'importance primordiale pour la fonction de l'ouvrage. Dans ce cas, la tolérance horizontale maximale est de 50% (valeur limite) du diamètre intérieur du fonçage du tuyau. Dans le cas d'écarts plus importants, une réfaction de prix est appliquée.
- dont le tracé n'est pas d'importance primordiale pour la fonction de l'ouvrage. Dans ce cas, les documents d'adjudication fixent la tolérance au cas par cas

### **I. 4.2.4. VERIFICATIONS**

Après exécution des puits de départ et avant le démarrage du fonçage, les alignements et le niveau du dispositif de forage sont contrôlés par le fonctionnaire dirigeant.

Les profils, niveaux, alignements et paramètres de forage sont vérifiés en continu et inscrits journalièrement au journal des travaux. Toute anomalie susceptible d'entraîner un problème d'exécution est signalée au fonctionnaire dirigeant et les mesures à prendre sont définies d'un commun accord.

Les vérifications suivantes sont à effectuer par l'entrepreneur. Elles sont communiquées au fonctionnaire dirigeant :

- les vérifications portant sur le rabattement de la nappe
- les vérifications portant sur les tassements
- le relevé du tracé et des niveaux de fonçage, effectué avec une précision minimale de 10 mm dans un système d'axes indépendant du mur de pression de fonçage et des tuyaux. Les résultats de la vérification sont représentés sur une vue en plan et un profil en long.
- les relevés automatiques et continus des pressions de fonçage des vérins principaux et des vérins de la station intermédiaire de fonçage, traduits sur un graphique. (temps - pression de fonçage).

Ces prestations constituent une charge d'entreprise.

### **I. 4.2.5. PAIEMENT**

#### **I. 4.2.5.1. MESURAGE**

Le paiement du fonçage des tuyaux s'effectue sur base de la longueur totale des tuyaux foncés. Le paiement des puits de travail et de récupération s'effectue à prix global.

Les documents d'adjudication prévoient, le cas échéant, les postes suivants :

- démolition de maçonneries
- démolition de béton et d'éléments rocheux

Sont inclus dans les prix :

- la mise en place de stations intermédiaires de poussée
- l'injection éventuelle de produits lubrifiants
- l'injection, à la fin du fonçage, de matériaux de remplissage de l'espace autour de la canalisation.

L'évacuation des matériaux non réutilisés fait l'objet de postes de la série D9000.

#### **I. 4.2.5.2. REFACTIONS POUR MANQUEMENTS**

Dans le cas d'un tracé réalisé avec un écart vertical supérieur à la tolérance, il est fait application de la formule de réfaction suivante :

Si  $Nr > 0,05 \times Di$  pour les profils en long d'une importance primordiale



$$R_n = p \times l \times \frac{N_r - (D_i \times 0,05)}{D_i} \times 2$$

Si  $N_r > 0,3 \times D_i$  pour les profils en long d'une importance non primordiale

$$R_n = p \times l \times \frac{N_r - (D_i \times 0,3)}{D_i} \times 2$$

Dans le cas d'un tracé réalisé avec un écart horizontal supérieur à la tolérance, il est fait application de la formule de réfaction suivante :

Si  $N_r > 0,5 \times D_i$  pour les tracés d'importance primordiale

$$R_n = p \times \frac{N_r - (D_i \times 0,5)}{2 \times D_i}$$

où

$R_n$  = réfaction pour moins-value (€)

$p$  = prix unitaire du tuyau (€/m)

$l$  = longueur du tronçon droit concerné (m)

$N_r$  = écart moyen du tronçon (mm)

$D_i$  = diamètre intérieur du tuyau (mm)

## I. 4.3. FORAGE DIRIGE

### I. 4.3.1. DESCRIPTION

Le forage dirigé comprend :

- les terrassements des puits de départ et de réception jusqu'à la profondeur nécessaire, y compris le stockage des déblais, le maintien à sec du fond de fouille et l'installation, la mise en service, le démontage et l'enlèvement des matériels
- la livraison, l'assemblage et la pose des tuyaux
- la fourniture de boues tixotropiques
- les travaux dépendant directement des travaux précités pour autant qu'ils ne soient pas prévus explicitement dans un autre poste du métré récapitulatif comme :
  - les injections permettant d'éviter les cavités entre le sol et la conduite
  - les injections de produit lubrifiant permettant de réduire les efforts de frottement entre le sol et la canalisation pendant l'exécution.

### I. 4.3.2. CLAUSES TECHNIQUES

#### I. 4.3.2.1. MATERIAUX

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant :

- tuyaux en matériaux synthétiques : [C. 38.4](#)
- tuyaux en fonte ductile : [C. 38.5](#).

Les documents d'adjudication précisent la nature et les dimensions des tuyaux, la classe de résistance et le type de joint.

#### I. 4.3.2.2. MODE D'EXECUTION

En fonction de l'étude géotechnique et des zones d'emprises réservées pour les puits, l'entrepreneur joint à son offre une description complète de ses moyens d'exécution y compris

- les notes de calculs de la conduite dans les conditions intermédiaires (pose sur appuis provisoires avant mise en œuvre, pendant la mise en œuvre) et définitives (en fonction notamment de la profondeur et du rayon de courbure)
- le mode d'exécution proprement dit avec description complète de la tête de forage, son accouplement au tube d'alimentation, la présence éventuelle d'un système de rinçage, les caractéristiques de la boue tixotropique permettant de stabiliser la section forée, le rinçage de cette section, son alésage et la méthode de traction de la conduite
- le descriptif de l'installation de chantier
- la destination du mélange constitué des déblais et de la boue tixotropique
- le raccordement de la conduite aux tronçons adjacents exécutés en fouille ouverte.

L'assemblage des tuyaux en PE + classe de résistance est exécuté par soudure au miroir conformément aux prescriptions du C. 38.4. Il est soumis à un test d'étanchéité à la pression de 0,6 MPa avant mise en œuvre.

Le forage répond aux principes suivants :

- la tête de forage est conduite dans le sol par une double action de rotation et de poussée ;
- le fluide de forage composé d'un mélange d'eau et de boue tixotropique est amené à la tête de forage par la ligne d'alimentation accouplée à la tête ;
- le fluide de forage est injecté à haute pression dans le sol par la tête de forage de manière à réaliser un conduit stable ;
- un système de commande approprié permet d'orienter la tête de forage dans la direction souhaitée ;
- la tête de forage est équipée d'une sonde émettrice transmettant en surface les données relatives à sa position en plan et en profil en long ;
- une fois le forage exécuté, le tunnel ainsi créé est alésé au diamètre souhaité ;
- la canalisation pré-assemblée est accouplée à l'aléreur et tirée dans le tunnel ;
- l'aléreur a un diamètre identique à la canalisation à mettre en œuvre.

Les paramètres (pression sur la tête de forage, effort de traction sur la conduite, avancement de la ligne) sont enregistrés pendant l'exécution de manière continue et automatique. Ils font l'objet d'un rapport à destination du fonctionnaire dirigeant.

L'évacuation des matériaux non réutilisés se fait conformément au D. 2.1.1.1.

### **I. 4.3.3. VERIFICATIONS**

Les vérifications et contrôles suivants sont réalisés :

- contrôle de la vue en plan (coordonnées X-Y) ;
- étanchéité de la conduite

#### **I. 4.3.3.1. VUE EN PLAN**

Le contrôle des coordonnées est effectué au moyen de mesures topographiques. La tolérance par rapport aux coordonnées théoriques X-Y est de 1 mètre maximum, sauf dispositions contraires des documents d'adjudication.

#### **I. 4.3.3.2. ETANCHEITE**

La pression de contrôle est de 0,6 MPa.

### **I. 4.3.4. PAIEMENT**

#### **I. 4.3.4.1. MESURAGE**

La mise en œuvre des puits de forage et de réception, le forage de la tête et la mise en œuvre de la canalisation par traction font l'objet de postes spécifiques au bordereau-métré récapitulatif.

Seule la longueur effective de forage est prise en compte et payée au mètre.

L'évacuation des matériaux se fait au moyen de postes de la série D9000.

#### **I. 4.3.4.2. REFACTIONS POUR MANQUEMENTS**

En cas d'écart du tracé supérieur à la tolérance admise et pour autant que la canalisation réponde aux autres prescriptions, la mise en conformité est acceptée sauf dispositions contraires des documents d'adjudication.

Les prestations de mise en conformité sont exécutées par et aux frais de l'entrepreneur et comprennent les prestations relatives aux raccordements concernés par les imprécisions d'exécution.

### **I. 5. CHAMBRES DE VISITE**

Elles répondent aux prescriptions du [J. 1](#).

### **I. 6. AVALOIRS**

#### **I. 6.1. DESCRIPTION**

Ouvrages destinés à assurer la récolte des eaux de pluie et leur évacuation vers la canalisation tout en servant de réceptacle aux boues et détritrus.

Les documents d'adjudication définissent le type d'avaloir et ses caractéristiques. La grille présente le même profil que le filet d'eau.

#### **I. 6.2. CLAUSES TECHNIQUES**

##### **I. 6.2.1. MATERIAUX**

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant :

- joints de dilatation : [C. 21.1](#) et [C. 21.2](#)
- avaloirs : [C. 41.1](#). Les avaloirs connectés aux égouts sont toujours munis de coupe-odeur. Les documents d'adjudication précisent si les avaloirs connectés aux aqueducs (eaux pluviales uniquement) sont munis ou non de coupe-odeur.

##### **I. 6.2.2. EXECUTION**

Les avaloirs sont posés sur une fondation en béton maigre d'une épaisseur minimale de 10 cm et débordant d'au moins 10 cm sur le périmètre du puisard.

Ils sont posés à un niveau tel que la face supérieure de la grille soit 0,5 cm plus bas que le filet d'eau qui y aboutit. Les grilles articulées se ferment dans le sens du trafic.

Des joints de dilatation souples sont posés entre l'avaloir et les éléments linéaires.

#### **I. 6.3. SPECIFICATIONS**

La fondation en béton maigre est réalisée en béton C 12/15.

## **I. 6.4. VERIFICATIONS**

S'il y a ballottage entre le châssis, la cuve ou la grille, l'entrepreneur y remédie.

## **I. 6.5. PAIEMENT**

Le paiement des avaloirs s'effectue à la pièce, toutes opérations comprises.

## **I. 7. CANIVEAUX**

### **I. 7.1. DESCRIPTION**

Ouvrages destinés à assurer la récolte et l'évacuation des eaux de ruissellement.

### **I. 7.2. CLAUSES TECHNIQUES**

#### **I. 7.2.1. MATERIAUX**

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant :

- produit de scellement : [C. 21.1](#) et [C. 21.2](#)
- caniveaux préfabriqués en béton : [C. 35.1](#) et [C. 35.2](#)
- caniveaux en polyester armé : [C. 35.3](#).

#### **I. 7.2.2. EXECUTION**

Le caniveau est posé sur une fondation en béton maigre de 10 cm d'épaisseur.

Les joints entre éléments ont 1 cm d'épaisseur, ils sont scellés au mortier de ciment de catégorie M1 sauf spécification contraire du fabricant, à l'exception d'un joint tous les 4 à 6 m qui est scellé à l'aide d'un produit de scellement.

### **I. 7.3. SPECIFICATIONS**

La fondation en béton maigre est réalisée en béton C 12/15.

Le profil du caniveau s'intègre dans celui des revêtements situés de part et d'autre.

Les éléments sont posés suivant un tracé continu. La tolérance est de 1 cm par rapport au tracé.

### **I. 7.4. VERIFICATIONS**

Les éléments hors tolérances d'alignement ou présentant une contre-pente sont démontés et reposés.

Les joints ne perturbent pas l'écoulement des eaux.

### **I. 7.5. PAIEMENT**

Le paiement des caniveaux s'effectue sur base de la longueur des éléments posés, mesurée dans l'axe, toutes opérations comprises.

## **I. 8. RENOVATION DE CANALISATIONS**

### **I. 8.1. DEFINITION**

Remise en état et/ou étanchéisation structurante ou non de canalisations d'égouts, visitables ou non, réalisée à partir des chambres de visite ou d'ouvertures ponctuelles sur la canalisation.

Les différentes techniques de rénovation (réhabilitation) des égouts entraînent des améliorations tant au niveau de l'étanchéité qu'au niveau hydraulique sans oublier l'effet anticorrosion et/ou anti-abrasion.

Certains systèmes permettent également de reprendre des sollicitations exercées sur les tuyaux.

La rénovation de canalisations nécessite au préalable un examen de celles-ci par inspection visuelle ou endoscopique (voir I. 8.2) précédé d'un éventuel un curage (voir I. 8.3).

Les systèmes de rénovation sont :

- le chemisage continu polymérisé en place (relining) – voir I. 8.4
- le chemisage partiel polymérisé en place – voir I. 8.5
- les coques et cunettes en polyester armé de fibres de verre – voir I. 8.6
- le tubage avec espace annulaire par enroulement hélicoïdal en PVC rigide – voir I. 8.7
- le tubage avec espace annulaire au moyen de tuyaux continus – voir I. 8.8
- les panneaux préfabriquées en grès (dalles céramiques) – voir I. 8.9
- la rénovation de canalisations au moyen d'un mortier de gunitage projeté par voie sèche – voir I. 8.10
- la rénovation de canalisations au moyen d'un mortier de gunitage projeté par voie humide ou mis en place manuellement pour des réparations ponctuelles – voir I. 8.11.

### **I. 8.2. INSPECTION**

#### **I. 8.2.1. DESCRIPTION**

Dès que les dimensions des canalisations permettent l'entrée d'une personne mandatée à cet effet (soit une hauteur minimum d'environ 1200 mm), l'inspection est faite visuellement.

En dessous de ces dimensions et jusqu'à un diamètre de 200 mm, l'inspection est exécutée au moyen d'une caméra autotractée (inspection endoscopique) permettant la visualisation des joints et de la canalisation sur tout le pourtour.

Pour les canalisations de diamètre inférieur à 200 mm, l'inspection est exécutée par des techniques particulières.

#### **I. 8.2.2. CLAUSES TECHNIQUES**

Les égouts à inspecter sont libres de tout obstacle (pierres, débris de forage, racines, raccordements dépassants, déchets, dépôt de boue) dont la hauteur ne permet pas le passage de la caméra). Dans le cas contraire ou selon le but recherché, un curage préalable (voir I. 8.3) est effectué.

##### **I. 8.2.2.1. TRAVAUX PRELIMINAIRES**

Les documents d'adjudication fournissent les renseignements suivants :

- localisation précise
- longueur totale à inspecter
- types de canalisation (circulaires, ovoïdes,...)
- diamètre des tuyaux
- âge approximatif des canalisations

- nombre de chambres de visite
- nombre de chambres de chute
- plans existants.

Les documents d'adjudication précisent les dispositions à prendre pour permettre l'inspection endoscopique.

### **I. 8.2.3. EXECUTION**

Les documents d'adjudication définissent le but et les critères de réalisation de l'endoscopie. L'inspection est réalisée conformément à la norme NBN EN 13508-2.

A défaut d'indications contraires des documents d'adjudication, les chambres de visite et autres ouvrages particuliers font l'objet d'une inspection visuelle.

### **I. 8.2.4. SPECIFICATION**

A tout moment, le fonctionnaire dirigeant peut exiger la copie des enregistrements effectués sur place.

Le rapport d'inspection ainsi que les photos, cassettes vidéo, CD ou DVD sont fournis en deux exemplaires au fonctionnaire dirigeant.

### **I. 8.2.5. PAIEMENT**

Les travaux préliminaires à l'inspection font l'objet de postes au mètre.

Les inspections endoscopiques des égouts sont payées au mètre courant.

Sauf stipulations contraires aux documents d'adjudication, les inspections visuelles des chambres de visite et autres ouvrages particuliers sont payées en prestations de main d'œuvre (postes de la série X1000) selon un tarif horaire comprenant les heures prestées sur le chantier.

Au cas où les prestations d'inspection par caméra doivent être interrompues pour des raisons techniques n'incombant pas à l'entrepreneur, un forfait horaire est facturé par ce dernier (1/2 journée en cas d'interruption intervenant dans les 4 premières heures de travail, 1 journée en cas d'interruption au-delà de ces 4 premières heures).

Lorsque la totalité du tronçon ne peut être inspectée malgré le curage réalisé, après une tentative depuis la chambre amont et une tentative à partir de la chambre aval, la totalité du mètre du tronçon dont question pourra être facturée quelle que soit la longueur réelle inspectée.

## **I. 8.3. CURAGE**

### **I. 8.3.1. DESCRIPTION**

Enlèvement de tout obstacle tel que précisé au [I. 8.2.2.](#) de façon à permettre le passage d'une caméra dans le cadre de l'endoscopie.

### **I. 8.3.2. NETTOYAGE HYDROMECHANIQUE**

Procédé de nettoyage et/ou de réhabilitation utilisant l'auto-propulsion d'un outil et garantissant le respect de la protection intérieure de la canalisation (le « natural lining »).

Le nettoyage hydromécanique peut s'appliquer pour des conduites sous pression afin d'enlever les incrustations telles que oxyde de fer, ferro-manganèse, calcaire... Pour les conduites en acier, on peut nettoyer « au métal » (par exemple pour chemisage).

Par ce procédé, la canalisation retrouve ses capacités hydrauliques originelles.

#### **I. 8.3.2.1. DOMAINE D'APPLICATION**

Enlèvement des dépôts dans les canalisations de toutes natures, gravitaires ou sous pression.

- diamètre traitables : de 50 mm à 1800 mm.
- possibilité de traiter plusieurs kilomètres en un seul passage sans ouverture intermédiaire (en fonction du diamètre de la canalisation, de l'épaisseur, de la qualité du dépôt et de la quantité d'eau disponible).
- applicable jusqu'à des réductions de section de 65%.

#### **I. 8.3.2.2. PAIEMENT**

Le nettoyage hydromécanique est payé au mètre courant de canalisation.

L'enlèvement des obstacles précisés au [I. 8.2.2](#) fait l'objet de postes spécifiques au mètre.

L'évacuation des matériaux non réutilisés fait l'objet de postes de la série D9000.

### **I. 8.3.3. HYDROCURAGE HAUTE PRESSION**

Lorsqu'une conduite est obstruée par des dépôts ou lorsqu'une endoscopie doit être réalisée, un nettoyage haute pression de la conduite est effectué. En fonction de la nature de la canalisation, de son état et du type d'encrassement rencontré, le meilleur rapport débit/pression et les outils adéquats sont choisis de façon à éviter toute dégradation à l'ouvrage existant.

#### **I. 8.3.3.1. CARACTERISTIQUES**

Pour des canalisations en béton, asbeste, PVC, PEHD, ..., la pression maximum est de 20.000 kPa (200 bars).

Le débit idéal de travail est de 400 l/min.

Le matériel nécessaire dans une unité mobile est complètement autonome

Les accessoires sont adaptés à la forme de la canalisation et au type de dépôt.

#### **I. 8.3.3.2. PAIEMENT**

Les prescriptions du [I. 8.3.2.2](#) sont d'application.

### **I. 8.4. CHEMISAGE CONTINU POLYMERISE EN PLACE (RELINING)**

#### **I. 8.4.1. DESCRIPTION**

Une chemise souple imprégnée de résine est introduite par tractage ou par inversion à l'eau ou à l'air dans la canalisation à rénover.

Une fois introduite dans la canalisation à rénover, le durcissement de la chemise s'effectue par polymérisation de la résine, à l'eau chaude ou sous rayonnement ultraviolet.

Cette technique est applicable jusqu'à un diamètre de 2400 mm en canalisations gravitaires ou sous pression, visitables et non visitables.

## I. 8.4.2. CLAUSES TECHNIQUES

### I. 8.4.2.1. MATERIAUX

Ils répondent aux prescriptions du chapitre C les concernant :

- résine synthétique (liant) (thermo- ou photodurcissable, époxy, polyester, vinylester, etc. ) : C. 64.1
- matériel de support (armature, matière absorbante) (fibre de verre ou polyester, tissé ou non tissé avec ou sans renfort) : C. 64.1
- chemise : C. 64.1
- membrane intérieure (PVC, PEBD, PEMD, PU, etc.) : C. 64.1
- preliner (PVC, PEBD, PEMD, PV, etc.) : C. 64.1

### I. 8.4.2.2. EXECUTION

#### I. 8.4.2.2.1. CONFECTION DE LA CHEMISE

Sont mentionnés sur la chemise : le diamètre nominal, l'épaisseur et le code du fabricant pour son identification.

##### Epaisseur

L'épaisseur de la chemise est calculée par l'entrepreneur et est fonction de l'intégralité des charges supportées par l'ancienne canalisation (chemise structurante) et de la présence de la nappe phréatique.

L'épaisseur de la chemise est déterminée par l'entrepreneur de telle sorte que l'épaisseur minimale calculée du composite soit respectée en tenant compte notamment de toute elongation longitudinale et périphérique de la chemise lors de son installation.

L'épaisseur ainsi calculée est approuvée par le fonctionnaire dirigeant.

Les documents d'adjudication précisent les sollicitations mécaniques et hydrauliques auxquelles la manchette doit résister afin de permettre à l'entrepreneur de calculer l'épaisseur de la manchette.

Dans le cas où le matériel de support est constitué de plusieurs couches de feutre, les joints de ces couches ne peuvent en aucun cas se superposer.

##### Imprégnation

L'injection de la résine dans le matériel de support est exécutée jusqu'à l'obtention d'une chemise entièrement imprégnée de résine. Le volume de la résine employée pour l'imprégnation ne peut pas être plus petit que le volume des pores (vides) dans le matériel de support.

#### I. 8.4.2.2.2. INTRODUCTION DE LA CHEMISE DANS LA CANALISATION EXISTANTE

La mise en place de la chemise s'effectue en introduisant la chemise souple imprégnée de résine par tractage ou par inversion.

Le gonflage à l'eau ou à l'air sous pression assure le contact avec la canalisation existante.

##### Installation

L'entrepreneur joint à son offre un document spécifiant la méthode d'installation décrivant :

- la préparation de la canalisation existante (nécessité de nettoyage, mise hors service du tronçon à réparer avec dérivation ou stockage des effluents)
- le conditionnement de la chemise lors du transport
- le matériel de chauffe (boiler et autres installations)
- la méthode d'introduction du preliner et de la chemise
- le principe de durcissement (polymérisation à l'eau chaude ou sous rayonnement UV)



- l'étanchéisation entre la chemise et les chambres de visite ou ouvrages d'art
- la réouverture des raccordements
- la méthode de comblement des espaces libres subsistant éventuellement entre la canalisation et le chemisage
- la méthode de suppression des plis subsistant éventuellement sur la surface interne du chemisage
- le système de maintien de la chemise dans les cheminées de visite intermédiaires
- les valeurs à déclarer spécifiées au [I. 8.4.2.3.2.](#)

Dans les 30 jours calendrier suivant l'exécution, l'entrepreneur fournit la liste des rapports remis après l'exécution de la chemise (par exemple le registre des températures au moyen de thermocouples).

L'entrepreneur tient compte des exigences de qualité suivantes lors de l'introduction de la chemise :

- maintenir une pression intérieure suffisante dans la chemise afin d'éviter toute déformation provenant de la pression provoquée par la nappe phréatique ou par des infiltrations aux joints
- respecter les règles nécessaires pour éviter que les infiltrations d'eau chargée dans le tuyau existant ne corrodent la chemise lors de son introduction
- respecter les conditions d'installation
- rendre les jonctions étanches entre la chemise et les chambres de visite (puits d'entrée, puits intermédiaires et le puits terminal)
- inversion des chemises si possible d'amont en aval dans la canalisation préparée
- le chemisage ou relining épouse parfaitement la paroi de la canalisation existante.

Dans le cas de fortes infiltrations d'eau dans la canalisation, un preliner est recommandé pour garantir le collement de la chemise à la paroi.

#### Traitements des raccordements

Préalablement au chemisage d'un tronçon, l'entrepreneur repère dans la canalisation existante les raccordements particuliers sur cette dernière.

Après la réouverture des raccordements, l'entrepreneur procède si nécessaire au curage et à l'étanchéisation de ces derniers.

Les raccordements sont étanchéisés sur une longueur minimum de 10 à 15 cm.

Sauf prescriptions contraires des documents d'adjudication, les raccordements sont réouverts depuis l'intérieur, manuellement dans les canalisations visitables ou au moyen de robots dans les canalisations non visitables.

### **I. 8.4.2.3. SPECIFICATIONS**

#### **I. 8.4.2.3.1. PRESCRIPTIONS PARTICULIERES**

##### Mise à longueur

La chemise est découpée et ouverte à ses extrémités dans les cheminées de départ et de fin.

Les surfaces coupées de la chemise dans les cheminées de visite de départ et de fin sont parfaitement lisses et ne présentent aucune barbe ou bavure.

##### Polymérisation à l'eau chaude ou à la vapeur

Des mesures de température sont effectuées entre la chemise et la canalisation existante pendant le durcissement de la chemise.

Au minimum deux mesures sont effectuées au départ et à l'arrivée de la chemise.

En cas d'emploi de résine polyester ou vinylester, le gradient de température en cas d'échauffement et de refroidissement est inférieur ou égal à 1° C/min.

Les tableaux reprenant les mesures de température sont fournis au fonctionnaire dirigeant directement après la réalisation du chemisage.

#### Polymérisation sous rayonnement U.V.

La puissance électrique délivrée à la source et la vitesse d'avancement de celle-ci sont enregistrées.

Les tableaux reprenant la puissance électrique et la vitesse d'avancement sont fournis au fonctionnaire dirigeant directement après la réalisation du chemisage.

#### Plis

Les plis engendrant des excroissances supérieures à 1 cm sont éliminés par et aux frais de l'entrepreneur.

#### Étanchéité des cheminées de visite

L'étanchéité entre le chemisage ou relining et les cheminées de visite est assurée.

L'attention de l'entrepreneur est attirée sur le fait que la canalisation existante au droit des parois des cheminées peut également être érodée suivant la génératrice inférieure et donc présenter une section qui n'est pas parfaitement circulaire.

L'étanchéisation peut être réalisée par un joint en bentonite (résistant aux eaux usées) ou par injection de résine polyuréthane entre l'ancienne canalisation et le chemisage.

#### Cheminées de visite intermédiaires

Dans toutes les cheminées de visite intermédiaires, la chemise est maintenue supérieurement par un demi-capot circulaire de la longueur de la cheminée de visite et d'un diamètre égal au diamètre intérieur de la canalisation existante de manière à conserver dans les cheminées des conditions identiques à celles de la canalisation.

#### Démolition de cheminées de visite

Les cheminées de visite endommagées ou démontées du fait de la technique utilisée sont réparées ou reconstruites par et aux frais de l'entrepreneur suivant un procédé approuvé par le fonctionnaire dirigeant.

#### I. 8.4.2.3.2. VALEURS A DECLARER

Les différentes valeurs et caractéristiques du chemisage à déclarer sont :

- la rigidité spécifique annulaire initiale,  $S_0$
- le coefficient de fluage à 50 ans en condition sèche,  $(\alpha_{x,dry})$
- la contrainte ultime en traction longitudinale,  $\sigma_1$
- l'allongement ultime,  $C_1$
- le module d'élasticité à court terme,  $E_0$
- la résistance à la flexion,  $\sigma_{fM}$
- la déformation en flexion à la résistance à la flexion,  $\epsilon_{fM}$
- le module d'élasticité à long terme,  $E_{50}$
- le facteur de fluage,  $F_{50}$ .

#### **I. 8.4.2.4. VERIFICATIONS**

- Inspection visuelle ou endoscopie partielle ou totale de l'égout rénové.
- Contrôle de l'étanchéité à 0,5 bar.

Les documents d'adjudication peuvent prescrire d'autres vérifications spécifiques.

#### **I. 8.4.2.5. PAIEMENT**

##### **I. 8.4.2.5.1. MESURAGE**

La longueur de la chemise est mesurée par mètre en incluant les chambres de visite intermédiaires (à l'exception des chambres de visite de départ et d'arrivée).

Sont compris dans le prix :

- le transport conditionné
- l'imprégnation
- la polymérisation
- le placement de la chemise
- les travaux de finition dans les chambres intermédiaires (découpage et raccordement des extrémités de la chemise)
- l'étanchéisation des chambres de visite et ouvrages d'art
- la dérivation et le pompage des effluents.

La réouverture des raccordements particuliers, leur étanchéisation y compris la pièce spéciale nécessaire, font l'objet d'un poste spécifique au métré.

##### **I. 8.4.2.5.2. REFACTIONS POUR MANQUEMENT**

Les défauts sont réparés suivant une méthode proposée par l'entrepreneur et approuvée par le fonctionnaire dirigeant.

Les documents d'adjudication prescrivent les réfections éventuelles à appliquer.

### **I. 8.5. CHEMISAGE PARTIEL POLYMERISE EN PLACE**

#### **I. 8.5.1. DESCRIPTION**

Une manchette (chemise courte 30 – 50 cm) imprégnée de résine est appliquée au droit d'un défaut ponctuel (fissures, infiltration, ...) au moyen d'un manchon gonflable.

Une fois introduite dans la canalisation à rénover, le durcissement de la manchette s'effectue par polymérisation de la résine.

#### **I. 8.5.2. CLAUSES TECHNIQUES**

##### **I. 8.5.2.1. MATERIAUX**

- résine synthétique (liant) : thermo- ou photodurcissable, époxy, poluréthane, ... : [C. 64.1](#)
- matériel de support (armature, matière absorbante) - fibre de verre ou polyester, tissé ou non tissé : [C. 64.1](#)
- feuille de protection pour le manchon gonflable : [C. 64.1](#)
- feutre éventuel (absorption des excès de résine) : [C. 64.1](#).

### **I. 8.5.2.2. EXECUTION**

Confection de la manchette

#### Type de manchette

Le type de manchette utilisé est proposé par l'entrepreneur et approuvé par le fonctionnaire dirigeant.

Les documents d'adjudication précisent les sollicitations mécaniques et hydrauliques auxquelles la manchette doit résister afin de permettre à l'entrepreneur de calculer l'épaisseur de la manchette.

Dans le cas où le matériel de support est constitué de plusieurs couches de feutre, les joints de ces couches ne peuvent en aucun cas se superposer.

#### Imprégnation

L'imprégnation de la résine dans le matériel de support est exécutée jusqu'à l'obtention d'une chemise entièrement imprégnée de résine : le volume de la résine employée pour l'imprégnation ne peut être plus petit que le volume des pores (vides) dans le matériel de support.

#### Installation

Le support est imprégné de résine puis placé sur le manchon gonflable.

Le manchon est poussé au droit du défaut. Il est ensuite gonflé d'air ou d'eau de manière à épouser la forme de la canalisation à rénover. Il est laissé en place le temps suffisant pour permettre à la manchette d'adhérer à la paroi.

Le gonflage à l'eau ou à l'air assure le contact avec la canalisation existante.

L'entrepreneur joint à son offre un document spécifiant la méthode d'installation, y compris :

- la préparation de la conduite existante (nécessité de nettoyage, mise hors service éventuelle du tronçon à réparer avec dérivation ou stockage des effluents)
- la méthode d'introduction.

Les documents d'adjudication précisent si l'écoulement des effluents doit être maintenu pendant l'exécution des travaux.

Dans les 30 jours calendrier suivant l'exécution, l'entrepreneur fournit la liste des rapports émis après exécution des manchettes (notamment, le registre des températures au moyen de thermocouples).

#### Traitement des raccordements

Sauf spécification contraires des documents d'adjudication, les raccordements sont réouverts depuis l'intérieur, manuellement dans les canalisations visitables ou au moyen de robot dans les canalisations non visitables.

### **I. 8.5.2.3. SPECIFICATIONS**

Les prescriptions du [I. 8.4.2.3.2](#) sont d'application.

### **I. 8.5.2.4. VERIFICATIONS**

Les prescriptions du [I. 8.4.2.4](#) sont d'application à l'exception du contrôle de l'étanchéité.

### **I. 8.5.2.5. PAIEMENT**

#### **I. 8.5.2.5.1. MESURAGE**

Le paiement s'effectue à l'unité après vérification de la longueur de la manchette.  
Pour les manchettes préformées en usine, le prix est fixé à l'unité.

Sont compris dans le prix :

- le transport conditionné
- l'imprégnation
- le placement de la manchette
- les travaux de finition des puits d'inspection (découpage et raccordement des extrémités de la chemise)
- la dérivation et le pompage des effluents (si nécessaire)
- toutes les activités présentes dans l'entreprise pour la rénovation de l'égout.

La réouverture des raccordements particuliers, leur étanchéisation y compris la pièce spéciale nécessaire, font l'objet d'un poste spécifique au métré.

#### I. 8.5.2.5.2. REFACTIONS POUR MANQUEMENT

Les prescriptions du [I. 8.4.2.5.2](#) sont d'application.

### **I. 8.6. COQUES ET CUNETTES EN POLYESTER ARME DE FIBRES DE VERRE**

#### **I. 8.6.1. DESCRIPTION**

Introduction d'éléments autoportants coques/cunettes en polyester armé de fibres de verre, préfabriqués en usine suivant les dimensions et la forme de l'égout existant.

L'espace entre la canalisation existante et l'ouvrage neuf est rempli par injection de mortier de remplissage (grout), ou par gunitage.

On distingue :

- les cunettes en PRV pour les réparations partielles de l'égout, par exemple dans le cas de cunettes usées ou corrodées ;
- les coques en PRV pour la réparation totale de l'égout qui peut être de forme ronde, ovoïde ou autres.

La technique s'applique pour des canalisations gravitaires et visitables.

#### **I. 8.6.2. CLAUSES TECHNIQUES**

##### **I. 8.6.2.1. MATERIAUX**

Les matériaux sont conformes à la norme NBN T 41-012.

La résine polyester est du type isophtalique résistant à la corrosion.

La résine est armée de fibres de verre conforme à la norme NBN S 22 001 à S 22-012.

La partie extérieure des tuyaux est traitée à l'aide d'un agent inerte (gros sable) servant à la fois de protection pendant les manipulations et d'accrochage pour le mortier de remplissage (grout).

Les coques et cunettes répondent aux prescriptions du [C. 64.2](#).

##### **I. 8.6.2.2. EXECUTION**

Les coques/cunettes sont introduites une à une à partir du puits de travail. Munies d'emboîtements mâle/femelle ou tenon-mortaise dans le cas de coques, d'emboîtements tenon-mortaise uniquement dans le cas de cunettes, le raccord est placé dans le sens de l'écoulement.

Les cunettes sont mises en place, positionnées et assemblées.

L'emboîtement est pourvu d'un système assurant l'étanchéité composé d'un caoutchouc mou avec structure cellulaire ouverte, de mortier polyuréthane, de résines synthétiques époxy ou de laminage PRV ou de joints précollés sur le bout mâle de la coque.

Outre l'emboîtement, les cunettes sont fixées à la paroi du tuyau à rénover au moyen d'ancrages. Ceux-ci sont composés de résine époxy et de chevilles RVS aux dimensions appropriées.

A partir des chambres de visite, l'ouverture entre la coque/cunette et le tuyau à rénover est comblée au moyen d'un coulis de ciment.

Ensuite, tout l'espace compris entre l'égout à rénover et la coque/cunette est rempli au moyen d'un mortier pompable, de grande fluidité et à retrait compensé.

L'injection du mortier se fait de manière gravitaire ou sous très légère pression. Afin d'éviter tout mouvement ou déformation des coques ou cunettes lors de l'opération de grouting, on veillera à effectuer ce remplissage en couches horizontales successives.

Ce mortier est composé de ciment additionné de matière pouzzolanique, de sable et éventuellement d'agents stabilisateurs et fluidifiants.

Les documents d'adjudication précisent - la classe du mortier  
- la technique de réouverture des raccordements particuliers.

#### Traitement des raccordements

Les raccordements sont traités soit :

- par l'extérieur : une fouille est réalisée à la hauteur du raccordement. Ce dernier alors est déconnecté. Ensuite, une ouverture suffisamment grande est réalisée dans le tuyau à rénover de manière à permettre ultérieurement le placement d'une selle de branchement.
- par l'intérieur, soit au moyen d'un robot, soit manuellement dans les cas accessibles.

### **I. 8.6.3. SPECIFICATIONS**

#### Dimensions

Les dimensions des éléments (longueur, largeur, épaisseur, rayon de courbure, ...) sont déterminés aux documents d'adjudication en fonction du résultat souhaité, structurant ou non, des disponibilités pratiques pour leur introduction et des capacités hydrauliques souhaitées de l'ouvrage rénové.

On veillera à ce que :

- les coques/cunettes soient de forme similaire à l'ouvrage existant
- la longueur des éléments soit adaptée aux dimensions des puits d'introduction
- l'épaisseur des coques/cunettes soit au minimum 8 mm (sablage non compris)
- la face extérieure des éléments soit couverte d'un sable, granulométrie 1 à 3 mm
- les coques soient munies d'origine d'emboîtements mâle/femelle ou tenon-mortaise
- les cunettes soient munies d'origine d'emboîtements tenon-mortaise

Dans tous les cas, la détermination de l'épaisseur des éléments fait l'objet d'un calcul W.R.C. soumis à l'approbation du fonctionnaire dirigeant.

#### Coulis de ciment

La résistance à la compression du coulis de ciment est  $\geq 1$  MPa.

#### Pression extérieure

Les coques/cunettes devront résister au minimum :

- aux charges ponctuelles générées par la poussée verticale que subiront les éléments suite aux opérations d'injection :
  - pression uniforme du mortier injecté : 35kPa
  - pression maximum au point d'injection : 50kPa
- aux charges de roulage et de sol : calcul suivant la méthode WRC<sup>1</sup> type I rénovation, en appliquant un facteur de sécurité  $\geq 2$
- à la pression exercée par la nappe phréatique : calcul suivant la méthode WRC type II rénovation

---

<sup>1</sup> Sewerage Rehabilitation Manual, third edition, WRC, 1994-Water Research centre

#### **I. 8.6.4. VERIFICATIONS**

Les prescriptions du [I. 8.4.2.4](#) sont d'application.

#### **I. 8.6.5. PAIEMENT**

Au m<sup>2</sup> de coque ou de cunette.

L'étanchéisation au niveau des raccords avec les chambres de visite et ouvrages d'art est payée au moyen d'un poste spécifique au mètre.

La réouverture des raccordements particuliers, leur étanchéisation y compris la pièce spéciale nécessaire, font l'objet d'un poste spécifique au mètre.

### **I. 8.7. TUBAGE AVEC ESPACE ANNULAIRE PAR ENROULEMENT HELICOÏDAL EN PVC RIGIDE**

#### **I. 8.7.1. DESCRIPTION**

Introduction d'un tuyau fabriqué mécaniquement sur site par l'enroulement hélicoïdal d'un profilé spécial en PVC assemblé par clipsage dans la canalisation à rénover à partir d'un puits de regard.

L'espace entre la canalisation existante et le nouveau tuyau est rempli par injection d'un coulis de ciment (grout).

Cette technique s'applique en canalisations gravitaires, visitables et non visitables (200 mm à 1000 mm)

#### **I. 8.7.2. CLAUSES TECHNIQUES**

##### **I. 8.7.2.1. MATERIAUX**

Ils répondent aux prescriptions du [C. 64.3](#).

##### **I. 8.7.2.2. EXECUTION**

###### Enroulement hélicoïdal

- Le profilé est placé dans la machine et le bon fonctionnement de l'appareil est testé.
- La machine est ensuite placée à la hauteur de la canalisation (dans la chambre d'inspection) et l'enroulement commence. Un opérateur spécialisé contrôle en permanence l'opération.
- L'enroulement se fait en continu, de chambre d'inspection à chambre d'inspection. Si nécessaire (déviations angulaires importantes, tassements différentiels,...), des chambres d'inspection complémentaires sont réalisées.
- Les raccordements sont traités tel que décrit dans le chapitre « traitement des raccordements ».
- Aux deux extrémités (normalement dans les chambres de visite) de chaque section rénovée, les ouvertures entre l'ancien et le nouveau tuyau sont fermées provisoirement par injection de mousse polyuréthane, en veillant à placer les tubulures nécessaires pour l'injection du coulis de ciment et pour l'aération.

###### Injection de grout

A partir des chambres de visite et par les tubulures préparées à cet effet, tout l'espace compris entre l'égout à rénover et le nouveau tuyau est rempli au moyen d'un mortier pompable, de grande fluidité et à retrait compensé.

L'injection du grout se fait de manière gravitaire ou sous très légère pression afin d'éviter tout mouvement ou déformations de la nouvelle canalisation placée.

La tubulure d'aération, généralement placée au plus haut du côté amont, permet de contrôler le degré de remplissage. Quand du liquide s'échappe par l'aération, on cesse l'injection.

Les documents d'adjudication précisent la classe du grout.

### Finitions

Après durcissement du coulis de ciment, les tubulures d'injection et d'aération sont retirées et les extrémités sont parachevées avec un béton à base de ciment HSR. Les chambres de visite sont remises en leur état original et la cunette d'écoulement est adaptée au nouveau fil d'eau.

### Traitement des raccordements

Les raccordements sont traités soit :

- par l'extérieur : une fouille est réalisée à la hauteur du raccordement. Ce dernier alors est déconnecté. Ensuite, une ouverture suffisamment grande est réalisée dans le tuyau à rénover de manière à permettre ultérieurement le placement d'une selle de branchement.
- par l'intérieur, soit au moyen d'un robot, soit manuellement dans les cas accessibles.

## **I. 8.7.3. SPECIFICATIONS**

Dans tous les cas, le choix du profilé (rapport largeur/épaisseur) fait l'objet d'une note de calcul (AghTM ou ATV M 127) soumise pour approbation au maître de l'ouvrage

Le PVC est lisse à l'intérieur et renforcé à l'extérieur par des éléments en formes de T. Ces éléments en T donnent une rigidité importante au tuyau. Pendant le travail, les bandes de PVC s'emboîtent les unes dans les autres sans l'utilisation de colle (ou autre matériel de remplissage destiné à assurer l'étanchéité) et les joints assurent une parfaite étanchéité.

## **I. 8.7.4. VERIFICATIONS**

- Inspection visuelle partielle ou totale de l'égout rénové
- Contrôle de l'étanchéité à 0,5 bar (en l'absence de branchements particuliers)
- Coulis de ciment : résistance à la compression après 28 jours à une température min de 5° C est supérieure ou égale à 1 MPa.

## **I. 8.7.5. PAIEMENT**

Au mètre courant de canalisation traitée.

L'étanchéisation des chambres de visite et ouvrages d'art est payée au moyen d'un poste spécifique au mètre.

La réouverture des raccordements particuliers, leur étanchéisation y compris la pièce spéciale nécessaire, font l'objet d'un poste spécifique au mètre.



## **I. 8.8. TUBAGE AVEC ESPACE ANNULAIRE AU MOYEN DE TUYAUX CONTINUS OU COURTS.**

### **I. 8.8.1. DESCRIPTION**

Il s'agit soit de l'introduction de tuyaux (ou éléments courts de tuyaux) à assemblage étanche, par poussage ou tractage ou soit du tractage d'un tube long (une seule pièce) préfabriqué en usine ou sur site.

L'espace entre la canalisation existante et le nouveau tuyau est généralement rempli par injection d'un coulis de ciment (grout).

La technique s'applique en canalisations gravitaires ou sous pression, visitables et non visitables

### **I. 8.8.2. CLAUSES TECHNIQUES**

#### **I. 8.8.2.1. MATERIAUX**

Les matériaux utilisés sont le plus souvent les matières plastiques : polyéthylène haute densité (PEHD), polychlorure de vinyl (PVC), polyester renforcé de fibres de verre (PRV), ...

#### **I. 8.8.2.2. EXECUTION**

##### Mise en oeuvre

- Mise hors service du tronçon à réhabiliter avec dérivation ou stockage des effluents.
- Ouverture simultanée d'au minimum deux regards de visite.
- Adéquation des lieux et des fosses de travail en fonction du procédé retenu : aire de stockage des éléments, placement du treuil de traction, fosses de dimension adaptée pour l'introduction et l'assemblage des tuyaux (éventuellement soudure), ...
- Ouverture de fouilles au droit des défauts ponctuels excessifs (ovalisation, effondrement, déboîtements importants, réductions de sections,...).

##### Injection de mortier

A partir des chambres de visite et par les tubulures préparées à cet effet, tout l'espace compris entre l'égout à rénover et le nouveau tuyau est rempli au moyen d'un mortier pompable, de grande fluidité et à retrait compensé.

L'injection du mortier se fait de manière gravitaire ou sous très légère pression afin d'éviter tout mouvement ou déformation de la nouvelle canalisation placée.

La tubulure d'aération, généralement placée au plus haut du côté amont, permet de contrôler le degré de remplissage. Quand du liquide s'échappe par l'aération, on cesse l'injection.

Les documents d'adjudication précisent la classe du mortier.

##### Finitions

Après durcissement du coulis de ciment, les tubulures d'injection et d'aération sont retirées et les extrémités sont parachevées avec un béton à base de ciment HSR. Les chambres de visite sont remises en leur état original et la cunette d'écoulement est adaptée au nouveau fil d'eau.

##### Traitement des raccordements

Les raccordements sont traités soit :

- par l'extérieur : une fouille est réalisée à la hauteur du raccordement. Ce dernier est alors déconnecté. Ensuite, une ouverture suffisamment grande est réalisée dans le tuyau à rénover de manière à permettre ultérieurement le placement d'une selle de branchement.
- par l'intérieur, soit au moyen d'un robot, soit manuellement dans les cas accessibles.

### **I. 8.8.3. SPECIFICATIONS**

#### Calculs

Dans tous les cas, le choix du profilé (rapport largeur/épaisseur) fait l'objet d'une note de calcul (AghTM ou ATV M 127) soumise pour approbation au fonctionnaire dirigeant.

### **I. 8.8.4. VERIFICATIONS**

Les prescriptions sont conformes au [I. 8.7.4.](#)

### **I. 8.8.5. PAIEMENT**

Le paiement s'effectue conformément au [I. 8.7.5.](#)

## **I. 8.9. PANNEAUX PREFABRIQUES EN GRES (DALLES CERAMIQUES)**

### **I. 8.9.1. DESCRIPTION**

Rénovation ou réparation de tout ou partie d'une section de canalisation par mise en place d'éléments préfabriqués en grès.

Les éléments céramiques sont composés de dalles assemblées en usine au moyen de résine d'époxy (joints primaires). Sur chantier, les joints entre les plaques sont remplis d'une résine d'époxy similaire (joint secondaire).

Une résine à base de polyuréthane est utilisée pour la confection des joints de dilatation.

L'espace entre la canalisation existante et l'ouvrage en grès est rempli, si nécessaire, par un coulis de ciment.

Le système convient également pour la rénovation des chambres de visites.

#### Domaines d'application

Réseaux visitables et accessibles (> à 900 mm mais idéalement à partir de 1.200 mm)

Convient pour la rénovation de cunettes et de radier.

Nature de l'effluent : eaux usées – pluviales – industrielles

### **I. 8.9.2. CLAUSES TECHNIQUES**

#### **I. 8.9.2.1. MATÉRIAUX**

##### Dalles

Les dalles céramiques utilisées satisfont à la norme NBN EN 186-1.

Les dalles sont munies de nervures sur la face arrière de manière à obtenir une bonne adhérence mécanique avec le support.

Elles répondent aux prescriptions suivantes :

- contrainte de flexion et de traction : 25 MPa (NBN EN ISO 10545-4)
- résistance à l'abrasion en profondeur : < 300 mm<sup>3</sup> de matière enlevée selon NBN EN ISO 10545-6
- résistance au choc thermique : pas de dégâts après 10 chocs sur 5 échantillons (voir NBN EN ISO 10545-9)
- module d'élasticité : 5000 MPa
- dureté selon Mohs : 7 voir NBN EN 101
- stabilité chimique (produits chimiques ménagers, produits de nettoyages, bases et acides sauf HF) : selon la NBN EN ISO 10545-13
- essai d'adhérence : selon NBN EN ISO 10545-4
- résistance à l'usure : selon NBN EN 295-3

### Résines

Les joints primaires sont réalisés en usine au moyen d'une résine époxy. Les joints secondaires sont réalisés au moyen d'une résine époxy similaire à celle utilisée pour le joint primaire.

Les joints de dilatation nécessitent l'emploi d'une résine de type polyuréthane à deux composants

Les résines répondent aux prescriptions suivantes :

- résistance à la traction : 20 MPa (NBN EN ISO 527-1 et -2)
- résistance à la flexion : 50 MPa (NBN EN ISO 10545-4)
- module de flexion E : 4500 MPa (NBN EN 178)
- stabilité chimique : conformément à la norme NBN EN 295-3
- dureté Shore D : 88 +/- 5 selon NBN EN ISO 868
- coefficient de dilatation thermique : entre 60 et 80 10<sup>-6</sup> 1/K selon ISO 11359-2

### Mortier

On utilise un mortier de ciment ayant de bonnes propriétés anticorrosion, malléable et avec un retrait faible.

Le ciment utilisé est de type HSR à la norme NBN B 12-108.

Le coulis consiste en mélange de ciment à la pouzzolane, de sable et éventuellement d'agents stabilisateurs et fluidifiants.

L'épaisseur minimum de la couche est de 3 mm.

## **I. 8.9.2.2. EXÉCUTION**

### **I. 8.9.2.2.1. TRAVAUX PRÉLIMINAIRES**

La technique nécessite la mise hors service de l'ouvrage

Avant de procéder à la rénovation, les égouts sont nettoyés ou curés.

Les arrivées d'eau sont étanchées à l'aide de mortier d'arrêt à prise rapide, les fissures de surface et les trous importants sont colmatés.

Les raccords trop pénétrants ou endommagés sont fraisés ou réparés, les racines pénétrantes sont coupées.

Si nécessaire, la paroi est reprofilée.

### **I. 8.9.2.2.2. RÉALISATION SANS COFFRAGE**

Les dalles céramiques à assembler sont introduites une par une via un puit de travail ou par une chambre de visite.

Les dalles sont assemblées l'une à l'autre à l'aide de résine époxy. La largeur des joints est comprise entre 6 et 10 mm.

Un mortier d'adhérence est appliqué à la fois sur la paroi de l'égout ou du collecteur et sur la face arrière des dalles céramiques. Les dalles sont appliquées avec frottement sur le mortier de pose, frais sur frais.

Après un temps d'attente d'au moins 24 heures, les joints secondaires entre les plaques sont rejointoyés à l'aide d'une résine époxy.

Les documents d'adjudication peuvent imposer l'exécution de joints de dilatation. La distance entre deux joints de dilatation est comprise entre 8 et 10 mètres. Ces joints sont destinés à reprendre les mouvements éventuels de la structure ancienne. Les joints de dilatation ont une largeur de 10 mm et une profondeur de 15 mm. On injecte d'abord comme couche de fond un primer (par exemple le PCI Elastoprimer 135). Après un temps minimum de 60 minutes (idéalement 120 minutes), les joints sont rejointoyés à l'aide d'une résine de polyuréthane par application au pistolet d'injection.

#### I. 8.9.2.2.3. RÉALISATION AVEC COFFRAGE

Dans le cas où un coffrage est réalisé, l'espace entre les plaques céramiques et la paroi de la canalisation existante est comblé au moyen d'un coulis. Dans le cas d'une rénovation structurante, l'espace est garni d'armatures (voir gunitage).

Le coulis est introduit par voie gravitaire ou sous une légère pression. Il faut veiller à éviter tout mouvement des dalles assemblées lors de l'injection. Le coulis est appliqué par couches horizontales successives.

La pose des dalles céramiques est identique à celle décrite au [I. 8.9.2.2.2.](#)

### I. 8.9.3. SPECIFICATIONS

#### Calculs

Les dalles céramiques ne sont pas structurantes en soi. Les caractéristiques structurantes ou non sont fonction de la sous-structure.

Les dimensions des éléments sont déterminées en fonction du résultat souhaité et des conditions d'accessibilité des tronçons à rénover.

On veillera en particulier à ce que :

- les éléments préfabriqués ne soient pas endommagés à la réception
- l'épaisseur des carrelages de grès soit au minimum de 15 mm
- les éléments préfabriqués ne contiennent que du grès et de la résine epoxy
- la face de pose des dalles soit striée.

### I. 8.9.4. VERIFICATIONS

#### I. 8.9.4.1. TEST DE RESISTANCE A LA TRACTION

Le test est réalisé conformément à la norme NBN EN 10145-2, complétée comme suit :

Les segments carrés de 50 mm de côté, découpés des plaques céramiques et collés à l'aide de mortier d'adhérence depuis 28 jours sont soumis au test type pour la résistance à la traction.

- Si la rupture se situe dans le support ancien, le test est considéré comme concluant.
- Si la rupture est mixte (partiellement dans le support ancien et dans le mortier d'adhérence), le test est considéré comme concluant.
- Si la rupture se situe uniquement dans le mortier d'adhérence mais avec une force de traction supérieure ou égale à 1,0 MPa, le test est considéré comme concluant.

- Si la rupture se situe uniquement dans le mortier d'adhérence avec une force de traction inférieure à 1,0 MPa, le test n'est pas concluant.

Nombre de mesures : 3 mesures par 200 m<sup>2</sup> de surface de plaque.

#### **I. 8.9.4.2. ADHERENCE DE LA RESINE D'EPOXY SUR LES FLANCS DES PLAQUES**

Essais effectués selon la norme NBN EN ISO 10545-4.

L'échantillon se compose de deux dalles avec joint longitudinal intermédiaire.

#### **I. 8.9.4.3. TEST DE PLANEITE DE SURFACE**

Lors du test de planéité de surface, les différences entre les plaques céramiques ne peuvent pas dépasser 5 mm.

#### **I. 8.9.5. PAIEMENT**

Au m<sup>2</sup> de surface traitée.  
Les joints sont payés au mètre.

### **I. 8.10. RENOVATION DE CANALISATIONS AU MOYEN D'UN BETON DE GUNITAGE**

#### **I. 8.10.1. DESCRIPTION**

Rénovation au moyen d'un béton de gunitage au liant hydraulique. Le béton peut être appliqué sur du béton ou des briques.

Le béton gunité est un mélange de liants, d'agrégats, d'eau et éventuellement d'additifs, d'adjuvants et de fibres, transporté dans une conduite résistant à la pression et projeté sur le support par une lance; la force de projection assure le compactage.

On distingue le gunitage :

- par voie sèche : technique par laquelle les composants solides sont au préalable mélangés, puis transportés secs par air comprimé jusqu'à la lance, où de l'eau est ajoutée au mélange, qui est alors projeté de manière continue sur le support. Les composants solides peuvent être prémouillés.
- par voie humide : technique par laquelle le mélange homogène des composants solides et de l'eau est pompé jusqu'à la lance, où des adjuvants ou additifs liquides sont ajoutés, et ensuite projetés par air comprimé de manière continue sur le support.

#### **I. 8.10.2. CLAUSES TECHNIQUES**

##### **I. 8.10.2.1. MATERIAUX**

Les prescriptions du [N. 1.4.2.1](#) et du [N. 1.4.3](#) sont d'application.

##### **I. 8.10.2.2. EXECUTION**

La mise en œuvre du produit est réalisé suivant le § 5 du guide d'agrément UBAtc n° G0019 « Béton de gunitage ».

En particulier, les conditions à respecter sont les suivantes, en ce qui concerne la préparation du support :

- la température est supérieure ou égale à 5° C;
- bouchage préalable des entrées d'eau à l'aide d'un mortier à prise rapide;
- un grenailage est réalisé, toutes les parties non stables sont détachées et évacuées;
- nettoyage de la paroi avec de l'eau sous pression;
- dans le cas d'une réparation locale, le support est bouchardé;
- bouchage des fissures à l'aide d'un mortier à prise rapide ou par injection;
- remplissage des défauts les plus importants à l'aide d'un mortier de ragréage;
- pose d'une couche d'accrochage pour les supports critiques (cohésion < 1,5 MPa). La cohésion est déterminée par un essai de traction;
- en cas de support en maçonnerie, les joints sont comblés.

En cas de travaux de gunitage avec armatures, l'enrobage doit être au minimum de 20 mm. Sauf indication contraire des documents d'adjudication, le lissage des parois n'est pas prévu.

### **I. 8.10.3. CONTROLES**

#### **I. 8.10.3.1. ESSAIS DE RECEPTION TECHNIQUE PREALABLE**

Les prescriptions du [N. 1.4.4.1](#) sont d'application.

#### **I. 8.10.3.2. CONTROLES EN COURS D'EXECUTION**

Trois mesures de l'épaisseur de la couche et 3 mesures d'adhérence sont réalisées par tronçons de maximum 200 m<sup>2</sup>.

- Contrôle visuel : la surface est exempte de trous et les fissures présentes ont une ouverture maximale selon la norme NBN B 14-210.
- Contrôle de l'épaisseur de la couche : le contrôle de l'épaisseur de la couche est réalisé par le prélèvement de carottes de diamètre 50 mm dans la surface traitée.  
L'épaisseur moyenne de 3 mesures est supérieure ou égale à l'épaisseur minimale exigée.  
Chaque mesure d'épaisseur individuelle ne peut présenter une déviation de plus de 2 mm par rapport à l'épaisseur minimale exigée.  
Dans le cas où ces conditions ne sont pas remplies, l'entrepreneur poursuit, à ses frais les travaux de gunitage jusqu'à ce que l'épaisseur exigée soit atteinte (contrôle à l'aide d'un nouveau prélèvement de minimum 3 carottes par tronçon de 200 m<sup>2</sup>).  
L'épaisseur du béton gunité est définie à la [figure N. 1.4.5](#).
- Adhérence : le contrôle est effectué conformément à la norme NBN EN 1542.  
L'essai est réalisé après un temps de durcissement d'au moins 28 jours à une température supérieure à 5° C. Les valeurs individuelles sont supérieures à 1,5 MPa. Ces spécifications ne sont pas d'application lorsque les ruptures sont de type "cohésives dans le support". Le contrôle de l'adhérence n'est pas d'application pour les rénovations structurantes (c'est-à-dire lorsque le béton est destiné à reprendre des charges permanentes, sans interaction avec le support).
- Anomalies du profil longitudinal : sauf prescriptions contraires des documents d'adjudication, la déviation maximale en tout point par rapport au profil longitudinal est de 10 %.

### **I. 8.10.4. PAIEMENT**

#### **I. 8.10.4.1. MESURAGE**

Les canalisations rénovées sont mesurées en m<sup>2</sup>.

Les ouvertures de surface inférieures à 0,5 m<sup>2</sup> ne sont pas décomptées.

Les armatures sont payées au kg.

#### **I. 8.10.4.2. REFACTION POUR MANQUEMENT**

Les canalisations ou tronçons de canalisation entre 2 puits d'inspection présentant des défauts d'écoulement sont refusés.

Lorsqu'à l'issue des contrôles, les exigences par rapport au profil longitudinal ne sont pas respectées, les mesures suivantes sont prises :

- l'entrepreneur prend à sa charge les réparations nécessaires, effectue l'ensemble des contrôles qualité et prouve que les valeurs exigées sont respectées.

ou bien

- une réfaction, calculée comme suit, est appliquée.

$$R = P \times L \times \left( \frac{W_0 - W_i}{W_0} \right)^2$$

avec :

R la réfaction liée à la déviation du profil longitudinal en €

P le prix unitaire de la rénovation de la canalisation en €/m

L la longueur du tronçon en m

$W_0$  la déviation autorisée en mm

$W_i$  la déviation mesurée en mm

Si cette déviation dépasse 20 %, le travail est refusé.

### **I. 8.11. RENOVATION DE CANALISATIONS AU MOYEN D'UN MORTIER DE REPARATION**

#### **I. 8.11.1. DESCRIPTION**

Rénovation au moyen d'un mortier de réparation appliqué par projection ou à la main. Le mortier peut être appliqué sur du béton, des briques ou une surface métallique.

Le mortier de réparation est un mortier à base de ciment auquel sont ajoutés :

- soit des polymères
- soit d'autres produits tels que adjuvants, fibres, ...
- soit les deux de manière à en améliorer les caractéristiques.

Le produit peut se présenter sous deux formes différentes :

- deux composants : un liquide (polymère) et un solide (ciment et sable)
- un composant solide à mélanger à de l'eau.

En rénovation, on distingue les opérations de ragréage et de surfaçage. L'épaisseur d'une couche de surfaçage peut varier de 2 à 8 mm.

Dans le cas d'utilisation d'armatures, l'entrepreneur fait approuver par le pouvoir adjudicateur la note de calcul des armatures au minimum 15 jours avant le début des travaux.

## I. 8.11.2. CLAUSES TECHNIQUES

### I. 8.11.2.1. MATERIAUX

On distingue 2 catégories de mortiers :

- catégorie I : mortier destiné au ragréage de défauts ou dégradations superficielles, en vue de restituer l'aspect géométrique ou esthétique de la structure.
- catégorie II : même domaine d'emploi que la catégorie I mais pour des réparations structurelles. Le ragréage vise alors à restituer ou à améliorer la portance de l'élément considéré.

Les exigences sont les suivantes :

	Mortier à prise rapide	Mortier de ragréage	Mortier d'égalisation
Résistance en compression à 1 jour (MPa)	minimum 20	-	-
Résistance en compression à 28 jours (MPa) (NBN B 14-210)	minimum 40	minimum 40	minimum 40
Résistance en flexion à 28 jours (MPa) (NBN B 14-210)	minimum 8	minimum 8	minimum 8
Adhérence (MPa) (NBN EN 1542)	minimum 1,5	minimum 2 (sur béton) minimum 1,5 (sur briques et acier)	minimum 1,5
Diamètre maximal $D_{max}$ des granulats	maximum 1/3 de l'épaisseur à réparer	maximum 1/3 de l'épaisseur à réparer	maximum 1/2 de l'épaisseur à réparer

En outre, les documents d'adjudication précisent :

- l'épaisseur de la couche de mortier;
- le type de mortier;
- la classe d'exposition (selon la NBN B 15-001 et son addendum)
- le cas échéant, le diamètre maximal des granulats  $D_{max}$  [le  $D_{max}$  est donné par l'ouverture de tamis pour lequel le refus maximum est de 2 % ( $D_{max} \leq 2$  mm), 5 % ( $D_{max}$  de 4 mm) ou 10 % ( $D_{max} \geq 8$  mm)].

En ce qui concerne les applications sur support béton, les exigences sont conformes au guide d'agrément UBAtc n° G0007 "Mortiers de réparation à base de liants hydrauliques", à l'exception éventuelle de la classe d'exposition.

### I. 8.11.2.2. EXECUTION

#### I. 8.11.2.2.1. SUPPORT

Les conditions à respecter en ce qui concerne la préparation du support sont conformes à celles du [I. 8.10.2.2.](#)

#### I. 8.11.2.2.2. MISE EN PLACE DU MORTIER DE REPARATION.

La surface à traiter est préalablement humidifiée jusqu'à saturation.

Le mortier de réparation est appliqué par couches comprises entre 5 et 30 mm. Dans le cas où des nouvelles armatures sont placées, le mortier est ajouté en deux couches jusqu'à l'obtention d'une épaisseur totale de 40 mm.



Epaisseur à appliquer :

- application sans armature :
  - minimum 5 mm par opération.
  - maximum 30 mm par opération.
  - localement jusque 100 mm pour une surface < à 0,1 m<sup>2</sup>.
- application avec armatures : couvrir les armatures avec une couche de minimum 20 mm.

Sauf prescriptions contraires des documents d'adjudication, le polissage des parois n'est pas prévu.

### **I. 8.11.3. CONTROLES**

#### **I. 8.11.3.1. ESSAIS DE RECEPTION TECHNIQUE PREALABLE.**

- Produits avec agrément UBAtc (pour les supports en béton).  
Afin de permettre la réception du produit sans réalisation d'essais, l'entrepreneur doit justifier le bénéfice de l'agrément, selon le guide d'agrément G0007. Le fonctionnaire dirigeant vérifie que le contenu de l'agrément correspond aux conditions imposées dans le cadre du chantier et que les bons de livraisons sont marqués du sigle aTg + n° d'agrément.
- Produit sans agrément UBAtc.  
Le produit doit répondre aux critères du [I. 8.11.2](#). S'il est prévu plusieurs lots de produits semblables, le premier lot fait l'objet des essais précités, et d'essais d'identification tels que définis au § 6.7. du guide G0007. Les autres lots font l'objet des tests d'identification tels que définis au § 6.7. du guide G0007).

#### **I. 8.11.3.2. CONTROLES EN COURS D'EXECUTION.**

Les prescriptions du [I. 8.10.3.2](#) sont d'application.

#### **I. 8.11.4. PAIEMENT**

Les prescriptions du [I. 8.10.4](#) sont d'application.

## **I. 9. RECONSTITUTION DE VOIRIE**

Cette reconstitution est opérée conformément aux prescriptions du [M. 6](#).